

PENGUJIAN STRUKTUR KRISTAL BIOKERAMIK UNTUK BAHAN GIGI TIRUAN

Rusli Ruslan¹, Nurlaela Rauf², Dahlang Tahir²

¹Mahasiswa Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

²Dosen Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin Makassar

Sari Bacaan

Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan hidroksiapatit dari cangkang telur dengan *diammonium hydrogen phosphate*. Rasio Ca/P dari hidroksiapatit sebesar 1,6869 dan ukuran kristal sebesar 51,84128 nm. Biokeramik untuk gigi tiruan terbuat dari feldspar, kuarsa, kaolin, dan hidroksiapatit dengan komposisi perbandingan 1:1:1:1, 1:1:1:2, 1:1:1:3, 1:1:1:4. Biokeramik yang telah mengalami proses pembakaran 900⁰C selama 4 jam memiliki Struktur bahan yang terdiri senyawa Quartz (heksagonal), Whitlockite (heksagonal), dan Sodalite (Kubik).

Kata kunci : hidroksiapatit, Biokeramik, Gigi Tiruan

Abstract

This research has been done synthesis of Hydroxyapatite from eggshell with diammonium hydrogen phosphate. The rations Ca/P of hydroxyapatite are 1.6869 and crystal size are 51.84128 nm. Bioceramics for denture made of feldspar, quartz, kaolin, Hydroxyapatite with comparison of composition materials are 1:1:1:1, 1:1:1:2, 1:1:1:3, 1:1:1:4 . Bioceramics have been burned at a temperature of 900⁰ C for 4 hours have Structure materials consists of compound are Quatz (Hexagonal), Whitlockite (Hexagonal), Sodalite (cubic)

Keywords : Hydroxyapatite, Bioceramics, Denture

Pendahuluan

Bidang material merupakan salah satu bidang yang paling banyak dikaji dan dikembangkan sekarang ini. Salah satu bidang material yang banyak dijadikan objek penelitian adalah biokeramik. Biokeramik banyak dikembangkan karena penggunaannya sangat dibutuhkan dan diaplikasikan secara luas di berbagai bidang seperti bidang kesehatan.

Pembuatan gigi tiruan saat ini menggunakan bahan feldspar, kura dan kaolin. Ketiga bahan tersebut cukup tersedia di Indonesia. Selain ketiga bahan tersebut, cangkang kulit telur juga memiliki potensi yang cukup besar untuk dikembangkan sebagai bahan biokeramik. Cangkang kulit telur yang jumlahnya cukup berlimpah di Indonesia bisa disintesis menjadi Hidroksiapatit. Hidroksiapatit yang dihasilkan bisa digunakan sebagai salah satu bahan campuran pembuatan gigi tiruan.

Hidroksiapatit adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan sebuah ikatan yang mengandung ion kalsium yang dapat dikombinasikan dengan *orthophosphates*, *pyrophosphates*, hidrogen atau hidroksida yang merupakan bahan utama dalam pembentukan tulang dan gigi, sehingga disebut juga sebagai biomaterial. Sebelumnya Arbiansyah,

Hendri, Sidik Saputra, Suarni telah melakukan penelitian tentang biokeramik gigi tiruan berbahan dasar kuarsa, kaolin, feldspar, dan bubuk cangkang telur ayam. Pada penelitian ini, selain menentukan sifat struktur biokeramik, juga akan dilakukan sintesis bubuk cangkang telur ayam yang digunakan menjadi hidroksiapatit.

Hasil dan pembahasan

Kalsinasi Cangkang Telur

Proses kalsinasi cangkang telur ayam pada 1000°C selama 5 jam merupakan tahap awal untuk pembuatan Hidroksiapatit yang dilakukan pada penelitian ini. Kandungan komposisi kimia hasil dari kalsinasi cangkang telur ayam tersebut dapat dilihat pada uji XRF pada tabel IV.1 dan tabel IV.2

Komposisi Unsur Kimia Cangkang Telur Pemanasan 1000°C

Unsur Kimia (%)						
Ca	P	Sr	V	Nb	Mo	Lainnya
99,53	0,314	0,070	0,0248	0,0224	0,0142	0,0238

Komposisi Senyawa Oksida Cangkang Telur Pemanasan 1000°C

Senyawa Oksida (%)						
CaO	P ₂ O ₅	SrO	V ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	MoO ₃	Lainnya
99,28	0,586	0,052	0,0278	0,0201	0,0133	0,0055

Hasil yang diperoleh pada tahap ini berupa serbuk putih dengan kandungan

unsur kalsium sebesar 99.53% dan senyawa kalsium oksida (CaO) sebesar 99,28 %. CaO yang dihasilkan adalah produk dari peluruhan CaCO_3 yang merupakan senyawa yang terkandung paling besar di dalam cangkang telur ayam. Peluruhan tersebut terjadi karena proses pembakaran dengan suhu tinggi yang menyebabkan terlepasnya senyawa karbon.

Pembuatan Hidroksiapatit

Pada pembuatan Hidroksiapatit ini, digunakan empat sampel yang berbeda dengan konsentrasi massa $(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$ tetap yaitu 2,5560 gram dicampur dengan cangkang telur yang telah dikalsinasi 1000°C dengan variasi konsentrasi massa yang berbeda.

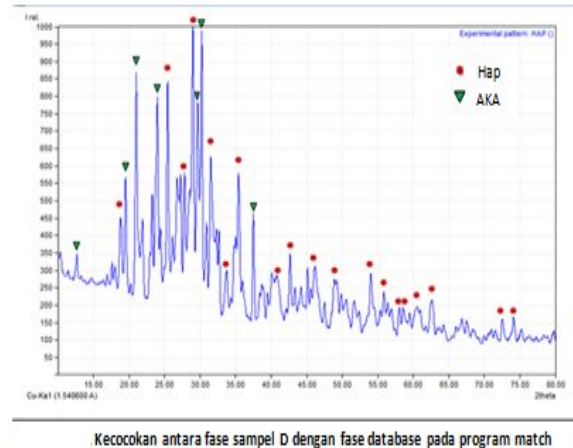
Komposisi Massa Sampel Hidroksiapatit

Sampel	Massa (gr)	
	$(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4$	Cangkang Telur
A	2,5560	1,25
B	2,5560	1,20
C	2,5560	1,10
D	2,5560	1,05

Komposisi Unsur Kimia Hidroksiapatit

Sampel	Unsur Kimia (%)							Rasio Ca/P
	Ca	P	Nb	Mo	Cr	Sn	Lainnya	
A	66,58	33,36	0,0196	0,0109	-	0,0081	0,0138	1,9958
B	65,57	34,34	0,0238	0,0165	0,0213	0,0100	0,0184	1,9094
C	63,18	36,73	0,0259	0,0187	0,0107	0,0105	0,0263	1,7201
D	62,72	37,18	0,0254	0,0171	0,0193	0,0099	0,02522	1,6869

Berdasarkan hasil uji XRF, sampel D memiliki rasio Ca/P sebesar 1,6869 yang mendekati rasio Ca/P hidroksiapatit murni yaitu sebesar 1,67. Sampel D yang terpilih akan diuji fase Hidroksiapatitnya menggunakan XRD



Struktur Kristal Hidroksiapatit Sampel D

2θ	Insensitas	FWHM	Unit Bidang			Sistem Kristal	Ukuran Kristal (nm)
			h	k	l		
25.4179	1404	0.1838	2	0	1	Heksagonal	51.84128
28.9612	1541	0.2742	1	2	0		
31.7000	567	0.3520	1	2	1		
33.7800	254	0.1632	2	0	2		
35.3400	883	0.1598	3	0	1		

Berdasarkan hasil XRD yang telah dicocokkan dengan database pada program match menunjukkan bahwa puncak-puncak sampel D didominasi oleh fase Hidroksiapatit. Terdapat lima puncak dominan Hidroksiapatit yang terbentuk yaitu pada 2 theta 25.4179° , 28.9612° , 31.7000° , 33.7800° , dan 35.3400° dengan sistem Kristal berbentuk heksagonal.

Ukuran Kristal dihitung dengan persamaan scherrer yaitu sebesar 51.84218 nm.

Peak yang terbentuk selain Hidroksiapatit juga terdapat puncak AKA Pada 2 theta 12.6712° , 18.7600° , 20.9948° , 23.9754° , 29.6239° , 30.2088° , 37.4701° . Hal ini dapat terjadi karena pada umumnya apatit biologis maupun sintesis hasil produksi reaksi kering dengan suhu tinggi adalah karbonat tipe A.

Sifat Struktur Kristal Bahan Biokeramik

Komposisi massa sampel Biokeramik

Kode Sampel	Massa (gram)				Perbandingan
	Feldspar	Kuarsa	Kaolin	Hidroksiapatit	
S1	0,7500	0,7500	0,7500	0,7500	1 : 1 : 1 : 1
S2	0,6000	0,6000	0,6000	1,2000	1 : 1 : 1 : 2
S3	0,5000	0,5000	0,5000	1,5000	1 : 1 : 1 : 3
S4	0,4286	0,4286	0,4286	1,7142	1 : 1 : 1 : 4

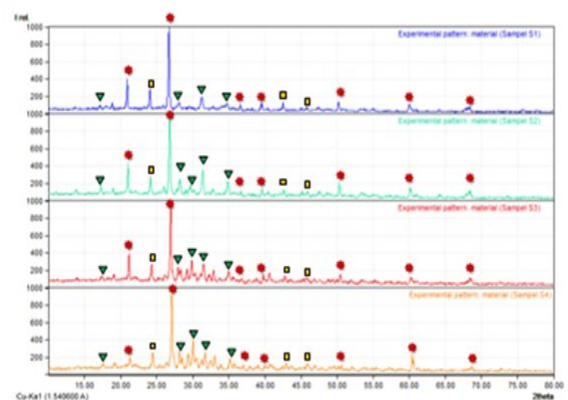
Komposisi unsur kimia Sampel Bahan Biokeramik

Unsur (%)	Sampel			
	S1	S2	S3	S4
Ca	51,51	49,98	50,02	54,38
P	12,55	22,27	25,54	28,97
Si	28,88	23,10	20,77	15,92
Al	4,76	3,07	-	-
Sr	0,834	0,546	0,514	0,381
Fe	0,604	0,352	0,310	0,184
K	0,51	0,41	0,47	-
Ti	0,216	0,142	0,135	0,074
Lainnya	0,1384	0,116	0,0744	0,0904

Berdasarkan hasil XRF unsur kimia pada tabel IV.7 , terlihat kecenderungan penurunan kadar unsur Si seiring dengan penurunan komposisi massanya. Gabungan presentase kadar antara Ca dan P yang merupakan penyusun utama Hidroksiapatit mengalami peningkatan seiring dengan peningkatan komposisi massanya.

Komposisi Senyawa Oksida Sampel Bahan Biokeramik

Senyawa (%)	Sampel				Gigi Asli
	S1	S2	S3	S4	
CaO	34,84	32,60	32,31	35,63	61,60
P ₂ O ₅	16,35	29,14	33,62	39,61	38,34
SiO ₂	41,24	33,41	30,45	24,40	-
Al ₂ O ₃	6,28	3,99	2,79	-	-
SrO	0,397	0,245	0,228	0,171	-
K ₂ O	0,34	0,27	0,31	-	-
Fe ₂ O ₃	0,344	0,193	0,168	0,100	-
TiO ₂	0,144	0,092	0,086	0,047	-
Lainnya	0,0712	0,0495	0,0214	0,0378	0,0273



Kecocokan antara fase sampel Biokeramik dengan fase database pada program match

Keterangan peak: • Quartz (SiO₂) ; ▼ Whitlockite (Ca₃MgO₂P₂) ; ■ Sodolite (AlClNaO₃Si)

Berdasarkan hasil XRD sampel biokeramik menunjukkan hasil sampel Biokeramik merupakan suatu polikristalin. Hal tersebut ditandai terdapat beberapa puncak difraksi, satu puncak difraksi menggambarkan satu bidang kristal. Semakin banyak bidang Kristal yang terbentuk, maka intensitasnya akan semakin kuat dan lebar fase 2θ juga akan semakin sempit.

Struktur Kristal Sampel S1

Senyawa	2 θ	Intensitas	FWHM	Unit Bidang			Sistem Kristal	Ukuran Kristal (nm)	Ukuran Kristal Rata-Rata (nm)	
				h	k	l				
Quartz	21,0102	3271	0,15030	1	0	0	Heksagonal	48,99825	40,54671	
	26,7944	9497	0,17960	0	1	1				
	36,6807	700	0,17366	1	1	0				
	39,6225	911	0,21650	0	1	2				
	50,2864	1244	0,18260	1	1	2				
	60,1043	970	0,22010	1	2	1				
	68,2800	604	0,19200	0	2	3				
Whitlockite	17,2623	330	0,24610	1	1	0	Heksagonal	36,09883		
	28,1789	724	0,31120	2	1	4				
	31,3337	1357	0,32420	2	0	10				
	34,7789	633	0,41660	2	2	0				
Sodalite	24,1580	2192	0,18180	1	2	1	Kubik	36,54309		
	42,6143	1016	0,14670	3	0	3				
	45,9261	446	0,19040	4	2	2				

Struktur Kristal Sampel S2

Senyawa	2θ	Insensitas	FWHM	Unit Bidang			Sistem Kristal	Ukuran Kristal (nm)	Ukuran Kristal Rate-Rata (nm)
				h	k	l			
Quartz	21.0064	2071	0.1612	1	0	0	Heksagonal	52.19417	46.11725
	26.7665	5981	0.1833	0	1	1			
	36.6543	381	0.1681	1	1	0			
	39.6009	656	0.1614	0	1	2			
	50.2822	1297	0.1596	1	1	2			
	60.0925	943	0.1743	1	2	1			
	68.2400	604	0.1610	0	2	3			
Whitlockite	17.2687	570	0.2218	1	1	0	Heksagonal	43.14066	
	28.1891	1116	0.2564	2	1	4			
	29.6323	649	0.3303	3	0	0			
	31.3566	1890	0.2672	2	0	10			
	34.8388	1015	0.2572	2	2	0			
Sodalite	24.1333	1285	0.1854	1	2	1	Kubik	43.01693	
	42.5861	529	0.1505	3	0	3			
	45.9175	422	0.1577	4	2	2			

Struktur Kristal Sampel S3

Senyawa	2θ	Insensitas	FWHM	Unit Bidang			Sistem Kristal	Ukuran Kristal (nm)	Ukuran Kristal Rata-Rata (nm)	
				h	k	l				
Quartz	21,1414	1449	0,1462	1	0	0	Heksagonal	46,13543	38,67890	
	26,9077	4671	0,1877	0	1	1				
	36,8016	256	0,1931	1	1	0				
	39,7450	489	0,1785	0	1	2				
	50,4044	613	0,1616	1	1	2				
	60,2138	458	0,2459	1	2	1				
	68,4375	445	0,2504	0	2	3				
Whitlockite	17,3747	240	0,2961	1	1	0	Heksagonal	34,93014		
	28,2882	614	0,3139	2	1	4				
	29,8479	1200	0,1967	3	0	0				
	31,4569	962	0,3058	2	0	10				
	34,9536	593	0,2585	2	2	0				
Sodalite	24,2753	994	0,1876	1	2	1	Kubik	34,97114		
	42,7378	376	0,2036	3	0	3				
	45,7078	299	0,3590	4	2	2				

Struktur Kristal Sampel S4

Senyawa	2θ	Insensitas	FWHM	Unit Bidang			Sistem Kristal	Ukuran Kristal (nm)	Ukuran Kristal Rata-Rata (nm)	
				h	k	l				
Quartz	21,2754	501	0,2302	1	0	0	Heksagonal	39,05104	35,22333	
	27,0690	4270	0,2181	0	1	1				
	36,9800	304	0,1754	1	1	0				
	39,9321	266	0,2099	0	1	2				
	50,5632	359	0,1634	1	1	2				
	60,4157	963	0,1773	1	2	1				
	68,6087	317	0,2973	0	2	3				
Whitlockite	17,5315	212	0,3347	1	1	0	Heksagonal	32,04358		
	28,1154	851	0,2312	2	1	4				
	30,0196	1499	0,2212	3	0	0				
	31,6582	854	0,2601	2	0	10				
	35,1542	589	0,2632	2	2	0				
Sodalite	24,4312	857	0,2280	1	2	1	Kubik	34,57537		
	42,9285	426	0,1854	3	0	3				
	45,8809	354	0,3153	4	4	6				

Berdasarkan hasil pencocokan data XRD sampel dengan program Match , teridentifikasi ada tiga senyawa yang menempati puncak-puncak dominan pada sampel yaitu senyawa Quartz (heksagonal), whitlockite (heksagonal) , dan sodalite (kubik). Pada senyawa Quartz muncul pada enam puncak dominan di tiap sampel, puncak tertinggi pada $2\theta = 26.7944^0$ (sampel S1), $2\theta = 26.7665^0$ (sampel S2), $2\theta = 26.9077^0$ (sampel S3) , $2\theta = 27.0690^0$ (sampel S4). Intensitas tiap puncak menurun seiring menurunnya komposisi quartz pada tiap sampel. Pada senyawa Whitlockite, sampel S1 terdapat tiga puncak dominan namun pada sampel yang lain muncul empat puncak dominan dengan penambahan puncak pada $2\theta =$

29.6323 (sampel S2), $2\theta = 29.8479$ (sampel S3), $2\theta = 30.0196$ (sampel S3), kemunculan puncak tersebut seiring dengan penambahan jumlah komposisi Hidroksiapatit. Pada senyawa sodalite, terdapat tiga puncak dominan yaitu pada $2\theta = 24.1580^0$ (sampel S1), $2\theta = 24.1333^0$ (sampel S2), $2\theta = 24.2753^0$ (sampel S3), $2\theta = 24.4312^0$ (sampel S4).

Ukuran kristal Senyawa Quartz pada sampel S1 (48,99825 nm) mengalami peningkatan pada Sampel S2 (52,19417 nm) kemudian mengalami penurunan pada sampel S3 (46,13543 nm) dan pada sampel S4 (39,05104 nm). Ukuran Kristal pada senyawa whitlockite pada sampel S1 (36,09883 nm) mengalami peningkatan pada sampel S2 (43,14066 nm) dan mengalami penurunan pada sampel S3 (34,93014 nm) dan sampel S4 (32,04358 nm). Ukuran kristal pada sampel S1 sebesar 36,54309 nm mengalami peningkatan pada sampel S2 (43,01693 nm) dan mengalami penurunan pada sampel S3 (34,97114 nm) dan sampel S4 (34,57537 nm).

Ukuran kristal rata-rata pada sampel S1 sebesar 40,54671 nm dan mengalami peningkatan pada Sampel S2 (46,11725 nm) dan mengalami penurunan pada sampel S3 (38,67890 nm) dan sampel S4 (35,22333 nm). Ukuran Kristal dari keempat sampel mengalami fluktuatif

dengan mengalami peningkatan dari sampel S1 ke sampel S2 kemudian mengalami penurunan pada sampel S2 dan sampel S4. Hal ini dipengaruhi oleh sudut 2 θ yang teridentifikasi dari hasil pengukuran XRD mengalami pergeseran tiap sampel.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh pada penelitian ini adalah :

1. Hidroksiapatit yang dihasilkan memiliki rasio Ca/P sebesar 1,6869 .
2. Struktur bahan biokeramik yang diperoleh terdiri dari senyawa quartz berstruktur heksagonal, whitlockite berstruktur heksagonal dan sodalite berstruktur kubik.

Saran

Untuk penelitian berikutnya sebaiknya sampel biokeramik di kalsinasi pada suhu yang lebih tinggi agar dihasilkan struktur kristal dan sifat mekanik yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saputra, Siddik. 2013. *Pembuatan Dan Pengujian Sifat Mekanik pada gigi Tiruan*. Universitas Hasanuddin : Makassar
2. Arbiansyah. 2013. *Analisis Struktur bahan keramik untuk pembuatan gigi tiruan*. Universitas Hasanuddin : Makassar
3. Hendri. 2013. *Pengujian Sifat Termal Biokeramik sebagai Bahan Gigi Tiruan*. Skripsi. Universitas Hasanuddin : Makassar
4. Suarni. 2013. *Analisis Pengaruh Komposisi Penambahan Bubuk Cangkang Telur Terhadap Sifat Fisis Biokeramik*. Universitas Hasanuddin : Makassar
5. Siregar, Muh. Irfan, 2002, *Biokompatibilitas biokeramik*, Univesitas Sumatra utara, Medan
6. Craig RG. 2002. *Dental Materials Properties and Manipulations*. 11th ed. The C.V Mosby Co : St Louis
7. Indiani, Eva, *Keramik Porselen Berbasis Feldspar sebagai Bahan Isolator Listrik*. Universitas Diponegoro : Semarang
8. Proyogo, Teguh, 2009, *Survei Potensi Pasir Kuarsa di daerah Ketapang Provinsi Kalimantan Barat*. Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia Vol. 11
9. Ismayanda, Muh. Husim, 2011, *Produksi Aluminium Sulfat dari Kaolin dan Asam Sulfat dalam Reaktor berpengaduk menggunakan proses kering*. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan.

10. Mahreni dkk. 2012. *Pembuatan Hidroksi Apatit Dari Kulit Telur Prosiding*. Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan : Yogyakarta
11. Marist, Adi Irianto. 2011. *Pelapisan Komposit Hidroksiapatit-Kitosan pada Logam Stainless Steel 316 untuk Meningkatkan Ketahanan Korosi*. Institut Pertanian Bogor : Bogor
12. Van Noort R. 2002. *Introduction to Dental Materials*. 2nd ed. Mosby Co : United Kingdom
13. Anusavice KJ. 2002. *Philips Science of Dental Materials*. 11th ed. Saunders Co : Florida
14. E.C. Combe. 1992. *Sari Dental Material*. Alih Bahasa. Slamet Taringan. Balai Pustaka : Jakarta
15. Philips RW. 1991. *Skinner's Science of Dental Materials*. 9th ed. W.B. Saunders Company : Philadelphia
16. Manappallil JJ. 2002. *Basic Dental Materials*. Jaype Brothers Med Public : Calcuta
17. Mc Cabe JF. 2002. *Anderrson's Applied Dental Materials*. 8th ed. Blackwell Science : United Kingdom
18. Loe H. 1992. *Appendix-The Benefits of Dental Amalgam*. Departement of Health and Human Services
19. Kaytan B. 2005. *Clinical Evaluation of Indirect Resin Composite and Ceramics Onlays Over a 24-Month Period*. General Dentistry
20. Martanto P. 1982. *Teori dan Praktek : Ilmu Mahkota dan Jembatan*. Jilid 2 : Bandung
21. Lacefield WR. 1999. *Materials Characteristics of Uncoated/Ceramic-Coated Implant Materials*. J Dent Research
22. Pimaputri G. 2007. *Sifat-Sifat dan Penggunaan Keramik Gigi di Bidang Kedokteran Gigi*. Universitas Sumatra Utara : Medan
23. Rauf, Nurlaela. 2008. *Fisika Zat Padat*. Jurusan Fisika-Universitas Hasanudin : Makassar
24. Fansuri, H., 2010., *Modul Pelatihan Operasional XRF*. Laboratorium Energi dan Rekayasa. LPPM ITS.
25. Diaz, Pamela. 2004. *X-ray Diffraction*. A Report For the 2004 Nanotechnology Teachers Workshop.
26. Smallman, R.E. 1991. *Metalurgi Fisik Modern*. Edisi ke empat. Erlangga : Jakarta.
27. Santiago, Miquel . 2007. *Introduction to X – ray Diffractionmeter*. University of Puerto Rico